

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-009919

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

G01F 1/68

(21)Application number : 08-166437

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 26.06.1996

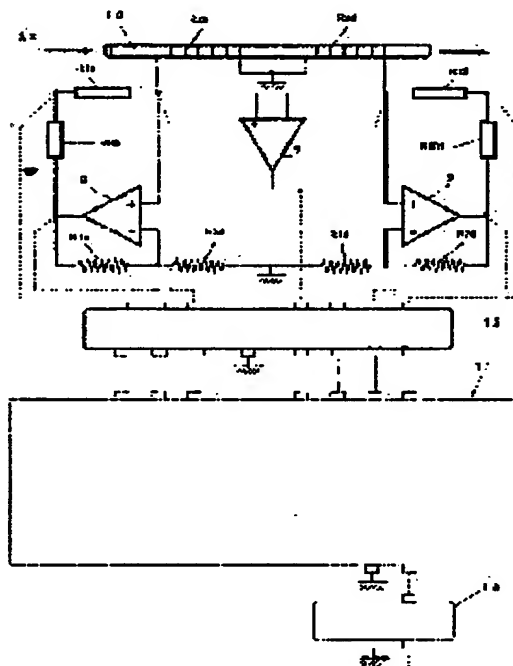
(72)Inventor : KOYAMA TOMIHISA

(54) MASS FLOWMETER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the temperature drift of flow rate perfectly including the aging by correcting the drift of output due to variation in the characteristic of each component caused by aging through the use of a microcomputer.

SOLUTION: When a fluid flows through a duct 10, a current I_U flows through the resistance R_{SU} of an upstream sensor while a current I_D flows through the resistance R_{SD} of a downstream sensor. At that time, the sensor output voltage V_O ($V_O = R_{SU}I_U R_{SD}I_D$) is proportional to the mass flow rate of the fluid. The output voltage V_O is amplified at an amplifying circuit section 7 and converted at an A/D converting section 12 into a digital signal before being inputted to a microcomputer 11. Terminal voltages of ambient temperature detecting resistances R_{tu} , R_{td} and reference resistances R_{30u} , R_{30d} are also converted into digital signals which are then inputted to the microcomputer 11. The microcomputer 11 automatically calculates a mass flow rate signal for which drift due to variation in the characteristic of each component caused by aging is corrected through processing based on these input signals.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 9919

(43) 公開日 平成10年(1998)1月16日

(51) Int. Cl. ⁶

G 0 1 F 1/68

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 F 1/68

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-166437

(22) 出願日 平成8年(1996)6月26日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 小山 富久

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式

会社磁性材料研究所内

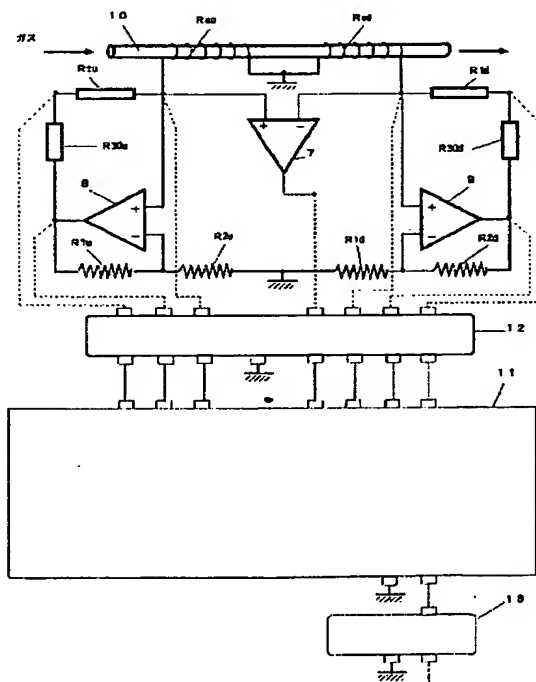
(74) 代理人 弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 質量流量計

(57) 【要約】

【課題】 周囲温度の変化に伴って発生する流量値の温度ドリフトを経時的変化分を含めて完全に補正し、真の質量流量値を出力できる質量流量計を得る。

【解決手段】 流体が流れる流体管路の上流側と下流側にそれぞれセンサ抵抗を設け、これに周囲温度検出抵抗と抵抗温度係数が略零の基準抵抗を直列に接続するとともに前記センサ抵抗の値と、前記周囲温度検出抵抗と前記基準抵抗との和の値が常に等しくなるように制御された定温度差回路を有し、前記上流側センサ抵抗と前記下流側センサ抵抗に与えられるエネルギーの差に基づいて、前記流体の質量流量を求める質量流量計において、出力のドリフト量を、演算機能を有する素子を用いて補正を行う。



1.

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流体が流れる流体管路の上流側に上流側センサ抵抗を設け、これに上流側周囲温度検出抵抗と抵抗温度係数が略零の上流側基準抵抗を直列に接続するとともに前記上流側センサ抵抗の値と、前記上流側周囲温度検出抵抗と前記上流側基準抵抗との和の値が常に等しくなるように制御された上流側定温度差回路と、前記流体管路の下流側に下流側センサ抵抗を設け、これに下流側周囲温度検出抵抗と抵抗温度係数が略零の下流側基準抵抗を直列に接続するとともに前記下流側センサ抵抗の値と、前記下流側周囲温度検出抵抗と前記下流側基準抵抗との和の値が常に等しくなるように制御された下流側定温度差回路とを有し、前記上流側センサ抵抗と前記下流側センサ抵抗に与えられるエネルギーの差に基づいて、前記流体の質量流量を求めるようにした質量流量計において、各構成部材の経時的な特性値変化により発生する出力のドリフト量を、演算機能を有する素子を用いて補正を行うことを特徴とする質量流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガス等の比較的小流量の流体の質量を精密に計測する質量流量計に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体製品等を製造する場合の成膜工程やエッチング処理工程においては、各種ガス量を一定に制御するガス流量制御機器が主に用いられており、このガス流量制御機器にはガス流量を精密に測定するための質量流量計が組み込まれている。この流量計がガス流量を精密に検出する方式として、例えば米国特許 4016759 号公報や特開平 1-158175 号公報に開示されたような定温度差式センサが知られており現在実用化されている。

【0003】この定温度差式センサは図 4 のような構成になっており、ガス流体が流れる流体管路 6 の上下流に一对の、ある値の抵抗温度係数を有するセンサ抵抗 R_{su} 、 R_{sd} をコイル状に巻回し、このセンサ抵抗と直列に周囲温度を検出するための、例えば白金抵抗 R_{tu} 、 R_{td} や抵抗温度係数が略零の基準抵抗 R_{30u} 、 R_{30d} を接続する。これらと抵抗 R_{1u} 、 R_{2u} 、 R_{1d} 、 R_{2d} により上流側及び下流側にブリッジ回路をそれぞれ構成させるとともに、センサ抵抗値と、周囲温度検出抵抗値及び基準抵抗値の和が等しくなるような制御回路 4、5 を設け、上下流側共、どの流量値においても常にこの関係が成り立つよう制御されている。この時流れる流体の質量流量は上流側及び下流側センサ抵抗のそれぞれの電圧の差に比例するため、この電位差を測定することにより流量を検出することができる。

【0004】流体管路 6 中を流体が流れると上流側センサ抵抗 R_{su} には I_u 、及び下流側センサ抵抗 R_{sd} には I_d

の電流が流れ、この時上流側制御回路部 4 は $R_{su} = (R_{30u} + R_{tu}) \cdot R_{2u} / R_{1u}$ 、又下流側制御回路部 5 は $R_{sd} = (R_{30d} + R_{td}) \cdot R_{1d} / R_{2d}$ となるように絶えず制御している。通常、 $R_{2u} / R_{1u} = 1$ 、 $R_{1d} / R_{2d} = 1$ 、及び $R_{30u} + R_{tu} = R_{30d} + R_{td}$ となるように設定されているため一般に $R_{su} = (R_{30u} + R_{tu})$ 、 $R_{sd} = (R_{30d} + R_{td})$ となっている。ここでセンサ出力電圧 V_o は $V_o = R_{su} \cdot I_u - R_{sd} \cdot I_d$ と表されるため、上流側及び下流側の両ブリッジ回路の相対応する電子部品の電気的、熱的特性がそれぞれ互いに全く同一である場合、上記の各式より流体の質量流量は $I_u - I_d$ の値に比例し、特に流量が零の場合は $I_u = I_d$ となりセンサ出力電圧 V_o も零となる。

【0005】しかしながら実際には前記センサ抵抗や周囲温度検出抵抗及びゼロ点調整用抵抗の初期抵抗値のバラツキや抵抗温度係数のバラツキ等が必ず存在するため上記各電子部品の電気的、熱的特性がそれぞれ互いに全く同一であることは現実にはあり得ない。従ってセンサの出力値は真の流量値を示さず、真値とのずれが生じ、温度ドリフトが発生する原因となっている。このドリフトを補正するために従来 R_{1u} 、 R_{2u} 、 R_{1d} 、 R_{2d} の抵抗の内のいずれかを可変とすることによりドリフト量を打ち消すゼロ点調整の方法がとられている。しかしこの方法ではその時点での周囲温度におけるドリフト、いわゆる零点ドリフトのみの補正であって、周囲温度が変化した場合には新たなドリフトが発生することになる。

【0006】このような温度ドリフトの問題を解決するための別の技術としては次のような方法も現在実施されている。つまり個々の周囲温度におけるその時点での零点ドリフト量をあらかじめ A/D 変換器等を用いデジタル量として測定しておき、該流量計に組み込まれているメモリー機能を有する電子素子の中に初期データ値として記憶しておく。又同様に A/D 変換器等によりデジタル量に変換した現在のセンサ出力の値からこの初期値を、該流量計に組み込まれているマイクロコンピュータ等の演算機能を用いて差し引いてやることによりデジタル的にドリフト分を補正する方法もある。しかしながらこのような方法においても、流量計の各構成部品の特性値が経時的に変化してしまった場合に発生する経時的ドリフト分については何等補正できるものではなく、このような経時変化によるドリフトが一度発生してしまうと、もはや修正の手段が存在しない為に流量の検出精度の悪化を引き起こすことになり、流量計全体の精度の大幅な低下の原因となっているのが現状である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来の質量流量計は、構成している各部品の電気的或いは熱的特性の経時的変化によって引き起こされるドリフトに対しては、補正手段が全く無いために一度発生すると精度や信頼性の低下を余儀なくされていた。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記のような問題を解決するため、従来のドリフト補正方法のように可変抵抗によるゼロ点調整や、初期のドリフト分をデジタル的に差し引くといった単純で一時的な流量補正方法ではなく、流量計を構成する各部品の経時的に変化した特性値情報を該流量計に内蔵されているマイクロコンピュータがデジタル信号として取り込み、これらの値から現在のドリフト量を該マイクロコンピュータが内蔵する補正演算プログラムにより算出することによって、一時的な流量補正のみならず、流量計の精度低下の主な原因であるセンサ出力の経時変化分についても完全に補正し、真の流量信号として出力できるようにしたものである。

【0009】すなわち、本発明は流体が流れる流体管路の上流側に上流側センサ抵抗を設け、これに上流側周囲温度検出抵抗と抵抗温度係数が略零の上流側基準抵抗を直列に接続するとともに前記上流側センサ抵抗の値と、前記上流側周囲温度検出抵抗と前記上流側基準抵抗との和の値が常に等しくなるように制御された上流側定温度差回路と、前記流体管路の下流側に下流側センサ抵抗を設け、これに下流側周囲温度検出抵抗と抵抗温度係数が略零の下流側基準抵抗を直列に接続するとともに前記下流側センサ抵抗の値と、前記下流側周囲温度検出抵抗と前記下流側基準抵抗との和の値が常に等しくなるように制御された下流側定温度差回路とを有し、前記上流側センサ抵抗と前記下流側センサ抵抗に与えられるエネルギーの差に基づいて、前記流体の質量流量を求めるようにした質量流量計において、各構成部材の経時的な特性値変化により発生する出力のドリフト量を、演算機能を有する素子を用いて補正を行うことを特徴とする質量流量計である。

【0010】本発明のような構成とすることにより、従来の技術では不可能と考えられていた、流量計の経時変化により発生する温度ドリフトについても完全に補正することが可能となり、高い信頼性と精度を持つ質量流量計とすることができる。

【0011】本発明の質量流量計は、予め記憶されている各構成部品の初期の特性値データと、経時変化後の各構成部品の種々の特性値データとを基に、上記マイクロコンピュータに内蔵されている流量値補正演算プログラム群により、補正演算を行い、現在の流量計の温度ドリフト量を定量的に求める。そのドリフト量と現在の流量出力値からの差分演算処理により、該質量流量計の経時的な温度ドリフトを自動的に自己補正した真の流量信号を出力し、該流量計の流量出力精度を大幅に向上させるものである。

【0012】

【発明の実施例の形態】以下本発明の実施例について図1をもとに詳細に説明する。本発明の質量流量計の構成

は図1に示すマイクロコンピュータ部11、上流側制御回路部8、下流側制御回路部9、流体管路10、上流側センサ抵抗 R_{su} 、上流側周囲温度検出抵抗 R_{tu} 、下流側センサ抵抗 R_{sd} 、下流側周囲温度検出抵抗 R_{td} 、上流側基準抵抗 R_{30u} 、下流側基準抵抗 R_{30d} 、上流側ブリッジ抵抗 R_{1u} 、 R_{2u} 、下流側ブリッジ抵抗 R_{1d} 、 R_{2d} 、A/Dコンバータ12、D/Aコンバータ13、マイクロコンピュータ11及び該マイクロコンピュータに内蔵する流量値補正演算プログラム群よりなる。

【0013】流体が流体管路10中を流れると、上流側センサ抵抗 R_{su} には I_u 、及び下流側センサ抵抗 R_{sd} には I_d の電流が流れる。この時センサ出力電圧 V_0 は $V_0 = R_{su} I_u - R_{sd} I_d$ となり、上流側及び下流側の両ブリッジ回路間の対応する各電子部品の電氣的、熱的特性がそれぞれ互いに全く同一である場合、流体の質量流量は $I_u - I_d$ の値に比例する。この出力電圧は概して微小であるため、所定の電圧になるようにセンサ出力増幅回路部7により増幅されるとともに、A/D変換部12によりデジタル信号に変換された後、マイクロコンピュータ11に入力される。又同様に上流側及び下流側の周囲温度検出抵抗の端子電圧及び上流側及び下流側の基準抵抗の端子電圧もそれぞれA/D変換部によりデジタル信号に変換された後マイクロコンピュータに入力される。該マイクロコンピュータは入力された各信号を基に以下に示す演算処理により各構成部品の経時的ドリフト分を補正した現在の質量流量信号 V_0 を自動的に算出する。但しこの演算の中で用いた記号の意味は以下の通りである。

【0014】 R_{su} は上流側センサ抵抗、 R_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗、 R_{sd} は下流側センサ抵抗、 R_{td} は下流側周囲温度検出抵抗、 T_{su} は上流側センサ抵抗温度、 T_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗温度、 T_{sd} は下流側センサ抵抗温度、 T_{td} は下流側周囲温度検出抵抗温度、 I_u は上流側電流、 I_d は下流側電流、 P_{su} は上流側センサ抵抗への入力、 P_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗への入力、 P_{sd} は下流側センサ抵抗への入力、 P_{td} は下流側周囲温度検出抵抗への入力、 C_{su} は上流側センサ抵抗の熱放散係数、 C_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗の熱放散係数、 C_{sd} は下流側センサ抵抗の熱放散係数、 C_{td} は下流側周囲温度検出抵抗の熱放散係数、 α_{su} は上流側センサ抵抗の第1次抵抗温度係数、 α_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗の第1次抵抗温度係数、 α_{sd} は下流側センサ抵抗の第1次抵抗温度係数、 α_{td} は下流側周囲温度検出抵抗の第1次抵抗温度係数、 β_{su} は上流側センサ抵抗の第2次抵抗温度係数、 β_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗の第2次抵抗温度係数、 β_{sd} は下流側センサ抵抗の第2次抵抗温度係数、 β_{td} は下流側周囲温度検出抵抗の第2次抵抗温度係数、 R_{sou} は T_{sou} (°C)における上流側センサ抵抗、 R_{tou} は T_{tou} (°C)における上流側周囲温度検出抵抗、 R_{sod} は T_{sod} (°C)における下流側センサ抵抗、 R_{tod} は

T_{tod} (°C) における下流側周囲温度検出抵抗、 R_{s25u} は T_{s25u} (°C) における上流側センサ抵抗、 R_{t25u} は T_{t25u} (°C) における上流側周囲温度検出抵抗、 R_{s25d} は T_{s25d} (°C) における下流側センサ抵抗、 R_{t25d} は T_{t25d} (°C) における下流側周囲温度検出抵抗、 R_{s50u} は T_{s50u} (°C) における上流側センサ抵抗、 R_{t50u} は T_{t50u} (°C) における上流側周囲温度検出抵抗、 R_{s50d} は T_{s50d} (°C) における下流側センサ抵抗、 R_{t50d} は T_{t50d} (°C) における下流側周囲温度検出抵抗、 R_{30u} は上流側基準抵抗、 R_{30d} は下流側基準抵抗、 T_a は周囲温度、 N は上流側 0 点調整用抵抗値比、 M は下流側 0 点調整用抵抗値比、 R_{1u} 、 R_{2u} は上流側ブリッジ抵抗、 R_{1d} 、 R_{2d} は下流側ブリッジ抵抗、 V_{su} は上流側センサ抵抗の端子電圧、 V_{tu} は上流側周囲温度検出抵抗の端子電圧、 V_{sd} は下流側センサ抵抗の端子電圧、 V_{td} は下流側周囲温度検出抵抗の端子電圧、 V_u は上流側センサ出力、 V_d は下流側センサ出力、 V_0 はセンサ出力電圧である。

【0015】センサ出力電圧 V_0 を算出するための電気的及び熱的状态方程式は以下になる。

$$\begin{aligned} P_{su} &= C_{su} (T_{su} - T_a), \\ P_{su} &= R_{su} I_u^2, \\ R_{su} &= R_{sou} (1 + \alpha_{su} (T_{su} - T_{sou}) + \beta_{su} (T_{su} - T_{sou})^2), \\ P_{tu} &= C_{tu} (T_{tu} - T_a), \\ P_{tu} &= R_{tu} I_u^2, \\ R_{tu} &= R_{tou} (1 + \alpha_{tu} (T_{tu} - T_{tou}) + \beta_{tu} (T_{tu} - T_{tou})^2), \\ P_{sd} &= C_{sd} (T_{sd} - T_a), \\ P_{sd} &= R_{sd} I_d^2, \\ R_{sd} &= R_{sod} (1 + \alpha_{sd} (T_{sd} - T_{sod}) + \beta_{sd} (T_{sd} - T_{sod})^2), \\ P_{td} &= C_{td} (T_{td} - T_a), \\ P_{td} &= R_{td} I_d^2, \\ R_{td} &= R_{tod} (1 + \alpha_{td} (T_{td} - T_{tod}) + \beta_{td} (T_{td} - T_{tod})^2), \\ R_{su} &= N (R_{30u} + R_{tu}), \\ R_{sd} &= M (R_{30d} + R_{td}), \\ N &= R_{2u} / R_{1u}, \quad M = R_{2d} / R_{1d}, \\ V_u &= R_{su} I_u, \\ V_d &= R_{sd} I_d, \\ V_0 &= V_u - V_d, \end{aligned}$$

【0016】また α_{su} 、 β_{su} 、 α_{tu} 、 β_{tu} 、 α_{sd} 、 β_{sd} 、 α_{td} 、 β_{td} 、 C_{su} 、 C_{tu} 、 C_{sd} 、 C_{td} の値は次式のようにになる。

$$\alpha_{su} = (R_{s50u} - R_{s25u}) T_{s25u} T_{s50u} - R_{sou} (T_{s50u} - T_{s25u}) (T_{s50u} + T_{s25u}) - (R_{s50u} T_{s25u} - R_{s25u} T_{s50u}) (T_{s25u} + T_{s50u}) \div (R_{sou} T_{s25u} T_{s50u} (T_{s50u} - T_{s25u}))$$

$$\alpha_{tu} = (R_{t50u} - R_{t25u}) T_{t25u} T_{t50u} - R_{tou} (T_{t50u} - T_{t25u}) (T_{t50u} + T_{t25u}) - (R_{t50u} T_{t25u} -$$

$$R_{t25u} T_{t50u}) (T_{t25u} + T_{t50u}) \div (R_{tou} T_{t25u} T_{t50u} (T_{t50u} - T_{t25u}))$$

$$\beta_{su} = (R_{sou} (T_{s50u} - T_{s25u}) + R_{s50u} T_{s25u} - R_{s25u} T_{s50u}) \div (R_{sou} T_{s25u} T_{s50u} (T_{s50u} - T_{s25u}))$$

$$\beta_{tu} = (R_{tou} (T_{t50u} - T_{t25u}) + R_{t50u} T_{t25u} - R_{t25u} T_{t50u}) \div (R_{tou} T_{t25u} T_{t50u} (T_{t50u} - T_{t25u}))$$

$$\begin{aligned} \text{【0017】} \alpha_{sd} &= ((R_{s50d} - R_{s25d}) T_{s25d} T_{s50d} - R_{sod} (T_{s50d} - T_{s25d}) (T_{s50d} + T_{s25d}) - (R_{s50d} T_{s25d} - R_{s25d} T_{s50d}) (T_{s25d} + T_{s50d})) \div \\ & (R_{sod} T_{s25d} T_{s50d} (T_{s50d} - T_{s25d})) \end{aligned}$$

$$\alpha_{td} = ((R_{t50d} - R_{t25d}) T_{t25d} T_{t50d} - R_{tod} (T_{t50d} - T_{t25d}) (T_{t50d} + T_{t25d}) - (R_{t50d} T_{t25d} - R_{t25d} T_{t50d}) (T_{t25d} + T_{t50d})) \div (R_{tod} T_{t25d} T_{t50d} (T_{t50d} - T_{t25d}))$$

$$\beta_{sd} = (R_{sod} (T_{s50d} - T_{s25d}) + R_{s50d} T_{s25d} - R_{s25d} T_{s50d}) \div (R_{sod} T_{s25d} T_{s50d} (T_{s50d} - T_{s25d}))$$

$$\beta_{td} = (R_{tod} (T_{t50d} - T_{t25d}) + R_{t50d} T_{t25d} - R_{t25d} T_{t50d}) \div (R_{tod} T_{t25d} T_{t50d} (T_{t50d} - T_{t25d}))$$

$$\text{【0018】} C_{su} = R_{su} I_u^2 / (T_{su} = (-\alpha_{su} / 2 \beta_{su}) \pm (\alpha_{su}^2 / 4 \beta_{su}^2 + (R_{su} - R_{sou}) / R_{sou} \beta_{su})^{1/2} - T_a)$$

$$C_{sd} = R_{sd} I_d^2 / (T_{sd} = (-\alpha_{sd} / 2 \beta_{sd}) \pm (\alpha_{sd}^2 / 4 \beta_{sd}^2 + (R_{sd} - R_{sod}) / R_{sou} \beta_{sd})^{1/2} - T_a)$$

$$C_{tu} = R_{tu} I_u^2 / (T_{tu} = (-\alpha_{tu} / 2 \beta_{tu}) \pm (\alpha_{tu}^2 / 4 \beta_{tu}^2 + (R_{tu} - R_{tou}) / R_{tou} \beta_{tu})^{1/2} - T_a)$$

$$C_{td} = R_{td} I_d^2 / (T_{td} = (-\alpha_{td} / 2 \beta_{td}) \pm (\alpha_{td}^2 / 4 \beta_{td}^2 + (R_{td} - R_{tod}) / R_{sou} \beta_{td})^{1/2} - T_a)$$

【0019】これらの値を用い上記方程式を解くことにより、出力 V_0 は次式によって表される。

$$\begin{aligned} V_0 &= (C_{su} R_{su} ((-\alpha_{su} / 2 \beta_{su}) \pm ((\alpha_{su}^2 / 4 \beta_{su}^2) + (R_{su} - R_{sou}) / (R_{sou} \beta_{su}))^{1/2} - T_a))^{1/2} - \\ & (C_{sd} R_{sd} ((-\alpha_{sd} / 2 \beta_{sd}) \pm ((\alpha_{sd}^2 / 4 \beta_{sd}^2) + (R_{sd} - R_{sod}) / (R_{sod} \beta_{sd}))^{1/2} - T_a))^{1/2} \end{aligned}$$

但し式中 R_{su} 及び R_{sd} の値は次式の方程式の解であり、また \pm 符号は α_{su} 、 β_{su} 、 α_{tu} 、 β_{tu} 、 α_{sd} 、 β_{sd} 、 α_{td} 、 β_{td} の値を吟味して決定できる。

$$\begin{aligned} R_{su} / (R_{su} / N - R_{30u}) &= (C_{su} / C_{tu}) ((-\alpha_{su} / 2 \beta_{su}) * ((\alpha_{su}^2 / 4 \beta_{su}^2) + (R_{su} - R_{sou}) / R_{sou} \beta_{su})^{1/2} - T_a) / \\ & ((-\alpha_{tu} / 2 \beta_{tu}) * ((\alpha_{tu}^2 / 4 \beta_{tu}^2) + (R_{tu} - R_{tou}) / R_{tou} \beta_{tu})^{1/2} - T_a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{sd} / (R_{sd} / N - R_{30d}) &= (C_{sd} / C_{td}) ((-\alpha_{sd} / 2 \beta_{sd}) * ((\alpha_{sd}^2 / 4 \beta_{sd}^2) + (R_{sd} - R_{sod}) / R_{sod} \beta_{sd})^{1/2} - T_a) / \\ & ((-\alpha_{td} / 2 \beta_{td}) * ((\alpha_{td}^2 / 4 \beta_{td}^2) + (R_{td} - R_{tod}) / R_{tod} \beta_{td})^{1/2} - T_a) \end{aligned}$$

a)

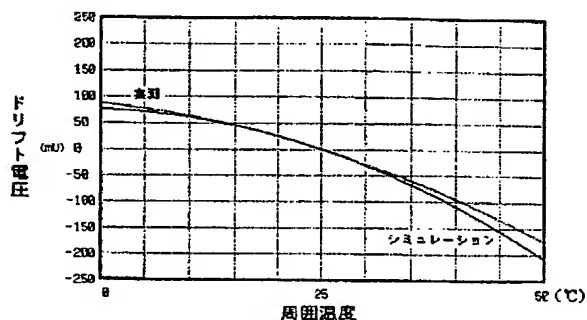
【0020】上記は高次の方程式であるため直接根を求めることは現実的に不可能である。従って本発明においては流量計内蔵のマイクロコンピュータ11により数値解法を用いて解く。該マイクロコンピュータは、温度検出抵抗の値より現在の周囲温度を算出するとともに、その温度における前記方程式の数値解を内蔵の演算プログラム群により算出する。

【0021】今仮にその出力値をV2とし、同様に構成部品が経時的変化を生じる前の初期特性値を基にした出力値を該演算処理により算出しその値をV1とすると、現在の温度におけるドリフト量Dは $D = V2 - V1$ として求めることができる。このように該マイクロコンピュータによる上記演算処理により求めたドリフト量と各周囲温度における該センサの実際に測定したドリフト量との比較例を図3と図4に示す。ここで求める流量出力値VRは、実際の流量出力値VCからこのドリフト量Dの値を差し引いたものであり、この出力VRが前記説明の如く各構成部品の経時的変化による温度ドリフト量をすべて自動的に補正した真の流量出力値となる。但し上記

のような複雑な方程式をすべて逐次解いて最終的な解を求めることは現在のマイクロコンピュータの演算速度には自ずと限界が存在するため現実的には非常に困難な問題となる。

【0022】しかしながら本方式センサの各要素における経時的な特性値の変化を考えると、実際には高々このような短時間のスパンにおいては、この各要素の特性値というものはほとんど変化を生じるものでもないため、ここで逐次高速で演算する必要も全くない。そこで

【図2】



実際の演算は該流量計の非動作時等の空き時間を利用して実行しおき、その結果算出されたドリフト量Dは該マイクロコンピュータ内に記憶させておき、真の流量値を出力する際逐次利用するという方法も可能となる。

【0023】

【発明の効果】以上の説明のように本発明の流量計においては周囲温度の変化に伴って発生する流量値の温度ドリフトを経時的変化分を含めて完全に補正する事が可能となり、真の質量流量値を出力できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の質量流量センサの構成部品を示す図である。

【図2】実際のドリフト量と演算により求めたドリフト量との比較例1である。

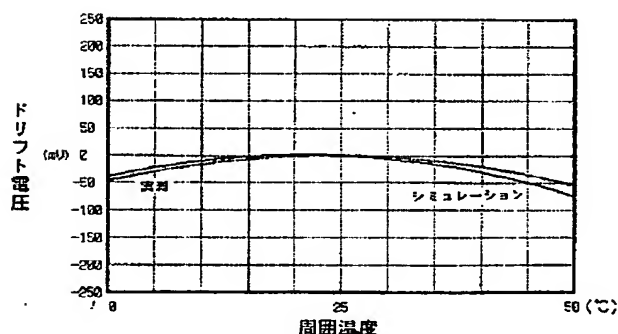
【図3】実際のドリフト量と演算により求めたドリフト量との比較例2である。

【図4】従来の質量流量センサの構成部品を示す図である。

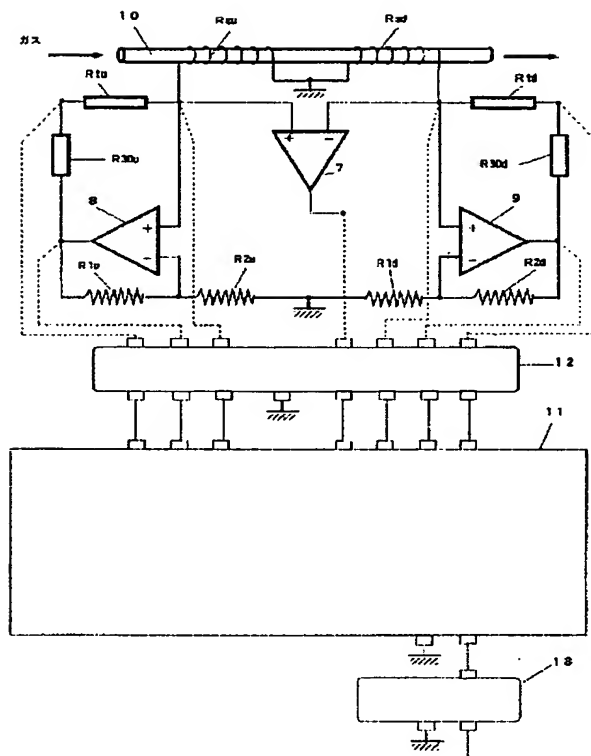
【符号の説明】

20 R_{su} 上流側センサ抵抗、 R_{tu} 上流側周囲温度検出抵抗、 R_{sd} 下流側センサ抵抗、 R_{td} 下流側周囲温度検出抵抗、 R_{30u} 上流側基準抵抗、 R_{30d} 下流側基準抵抗、 R_{1u}、 R_{2u} 上流側ブリッジ抵抗、 R_{1d}、 R_{2d} 下流側ブリッジ抵抗、 3, 7 センサ出力増幅回路部、 4, 8 上流側電流制御回路部、 5, 9 下流側電流制御回路部、 6, 10 流体管路、 11 マイクロコンピュータ、 12 A/Dコンバータ、 13 D/Aコンバータ、

【図3】



【図1】



【図4】

